

Trabalho de Conclusão de Curso

Distribuição espacial de
besouros Scarabaeinae
(Coleoptera: Scarabaeidae) e
sua relação com a fauna de
mamíferos na Ilha do Arvoredo,
Florianópolis, SC

Eloisa Alves de Sousa



Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Ciências Biológicas

Eloisa Alves de Sousa

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE BESOUIROS SCARABAEINAE
(COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) E SUA RELAÇÃO COM A
FAUNA DE MAMÍFEROS NA ILHA DO ARVOREDO,
FLORIANÓPOLIS, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Ciências Biológicas da Universidade
Federal de Santa Catarina para a
obtenção do Grau de Licenciada em
Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Malva Isabel
Medina Hernández

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Sousa, Eloisa Alves de

Distribuição espacial de besouros Scarabaeinae
(Coleoptera: Scarabaeidae) e sua relação com a fauna
de mamíferos na Ilha do Arvoredo, Florianópolis, SC /
Eloisa Alves de Sousa ; orientador, Malva Isabel
Medina Hernández , 2018.

46 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas,
Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Ecologia. 3. Insetos.
4. Ilhas Costeiras. 5. Levantamento. I. Hernández ,
Malva Isabel Medina. II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas.
III. Título.

Eloisa Alves de Sousa

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE BESOUIROS SCARABAEINAE
(COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) E SUA RELAÇÃO COM A
FAUNA DE MAMÍFEROS NA ILHA DO ARVOREDO,
FLORIANÓPOLIS, SC**

Trabalho julgado e aprovado em sua forma final pelos membros da
Banca Examinadora

Florianópolis, 22 de novembro de 2018.

Prof. Dr. Carlos Roberto Zanetti
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Malva Isabel Medina Hernández
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Dr.^a Bárbara Segal Ramos
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Maurício Eduardo Graipel
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado à minha mãe,
Maria Luiza, e aos Biozooeires que
foram solo firme para que eu
desenvolvesse minhas raízes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas e todos que, de alguma forma, fizeram parte dos caminhos que me levaram até a Biologia, como profissão e área de atuação. Agradeço, principalmente, a todas e todos que acompanharam o sonho e a realização deste trabalho.

Gostaria de agradecer ao ICMBio, em especial, a toda equipe da REBio Arvoredo pelo apoio logístico e na execução deste trabalho, sem os quais este projeto não seria possível. Obrigada Dan, por fornecer o registro GPS dos pontos de coleta, e Maurício Graipel, pelo auxílio na identificação das fotos de mamíferos e toda contribuição com a pesquisa.

Agradeço especialmente a minha orientadora Malva, sempre comprometida e dedicada nas orientações, procurando estimular a minha formação e responsabilidade em fazer ciência desde os meus primeiros anos no laboratório. Gostaria de agradecer a todos os integrantes do LECOTA, Mariah, Maristela, Luiz, Diogo, Rodrigo, Marcos, João, Andrei, Bruna e Victor por construírem uma convivência maravilhosa, pelos momentos de cooperação, pela amizade e por todo o apoio nas saídas de campo.

Sou imensamente grata a minha mãe, sem a qual eu jamais teria chegado até aqui e que me deu todos os suportes para que pudesse percorrer o caminho desejado de formação e que me ensina, desde pequena e indiretamente, sobre a força, resistência e a luta que é ser mulher neste mundo. Agradeço a minha família, minha tia e ao meu primo Gustavo por toda vida compartilhada até aqui e o apoio.

Agradeço também aos Biozooeires, os melhores amigos com quem eu poderia compartilhar a vida, amo cada um de vocês de uma forma muito única e agradeço imensamente vocês por existirem na minha vida. Sou grata a todos os meus colegas da Biologia, em cada encontro com vocês houve uma renovação de vitalidade em mim.

Por fim, agradeço imensamente aos encontros que tive ao longo deste ano de escrita do trabalho. Tenho inúmeros nomes que ainda cabem em um imenso agradecimento. Cada conversa, esbarrada na UFSC, compartilhamento de felicidade, angústias e novidades da vida cotidiana foi importante para que eu mantivesse força para dar conta de mais este processo acadêmico rumo a minha formação.

Agradeço, por fim, aos besouros rola-bosta e às florestas, companhias de tanto tempo de trabalho.

[...] Prezo insetos mais que aviões.
Prezo a velocidade
das tartarugas mais que a dos mísseis.
Tenho em mim esse atraso de nascença [...]

(Manoel de Barros,
O Apanhador de Desperdícios, 2003)

RESUMO

As assembleias de escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeinae) são afetadas por características do habitat e a ocorrência de mamíferos. Em ilhas, a formação destas assembleias também vai depender do grau de isolamento em relação à paisagem continental adjacente. A Ilha do Arvoredo é uma unidade de conservação de 320 ha de Floresta Ombrófila Densa no litoral do estado de Santa Catarina, localizada a 11 km do norte da Ilha de Santa Catarina e a 8 km do continente. Este trabalho teve como objetivo descrever a distribuição espacial de escarabeíneos e sua relação com o hábitat e a fauna de mamíferos nesta ilha. As coletas ocorreram entre fevereiro e junho de 2018 em 5 áreas, com 4 armadilhas iscadas com fezes e 2 com carne em putrefação em cada área, em três campanhas de coleta. Para registros de mamíferos foram instalados 2 pares de armadilhas fotográficas em cada área, a 50 cm e a 150 cm do solo. Em cada área se realizou uma avaliação da estrutura da vegetação através do método do ponto quadrante. Registrou-se um total de 625 escarabeíneos de três espécies: *Canthon rutilans cyanescens* (N=394), *Dichotomius sericeus* (N=230) e *Deltochilum morbillosum* (N=1). Foram registradas 214 ocorrências de três espécies de mamíferos: 192 de *Didelphis aurita*, 21 de *Canis lupus familiaris* e 1 de *Nasua nasua*. As espécies de escarabeíneos registradas na Ilha do Arvoredo são um subconjunto das espécies que ocorrem no continente e na Ilha de Santa Catarina e podem ter chegado por dispersão ou bem permaneceram nas ilhas do atual arquipélago de Santa Catarina desde o Último Máximo Glacial, quando o aumento do nível do mar separou essas populações. A abundância de escarabeíneos se mostrou marginalmente correlacionada com a ocorrência de mamíferos por área e tanto os escarabeíneos como os mamíferos encontram-se amplamente distribuídos ao longo das áreas amostradas. Assim, este trabalho contribuiu com informações ecológicas para a Reserva Biológica Marinha do Arvoredo a partir do levantamento de espécies de escarabeíneos e da mastofauna presentes na Ilha do Arvoredo e da relação existente entre estes táxons.

Palavras-chave: Ecologia. Insetos. Ilhas Costeiras. Levantamento. Conservação.

ABSTRACT

Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) assemblages are often affected by habitat characteristics and mammals occurrence. Considering islands, the formation of these assemblages will also depend on the degree of isolation in relation to the adjacent continental landscape. Arvoredo Island is a 320 ha protected area of Ombrophilous Dense Forest in Santa Catarina state, Brazil, located 11 km from the north of Santa Catarina Island and 8 km from the mainland. This work aims to describe the spatial distribution of a dung beetle assemblage and its relationship with the mammal fauna in this island. The samplings occurred between February and June of 2018 in 5 areas, with 4 traps baited with feces and 2 with rotting meat in each area, in three sampling campaigns. For mammal records two pairs of camera traps were installed in each area, 50 cm and 100 cm from the ground. In each area, an evaluation of the vegetation structure was carried out using the quadrant method. We collected a total of 625 dung beetles of three species: *Canthon rutilans cyanescens* (N=394), *Dichotomius sericeus* (N=230) and *Deltochilum morbillosum* (N=1). We recorded 214 occurrences of mammals: 192 of *Didelphis aurita*, 21 of *Canis lupus familiaris* and 1 of *Nasua nasua*. The dung beetle species recorded on the Arvoredo Island also occur on the Santa Catarina Island and Governador Celso Ramos municipality (mainland). They might have arrived in the island through dispersion or remained in the islands of the current archipelago of Santa Catarina since the Last Glacial Maximum when the increasing of the sea level separated those populations. There was a marginal correlation between the abundance of dung beetles and the occurrence of mammals by area. Both dung beetles and mammals are widely distributed along the areas sampled on the island. Thus, this work contributed with ecological information to the Arvoredo Marine Biological Reserve from the survey of species of dung beetles and mammals present on Arvoredo Island and the relationship between these taxa.

Keywords: Ecology. Insects. Coastal islands. Survey. Conservation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Ilha do Arvoredo no Brasil e na zona costeira do estado de Santa Catarina.	28
Figura 2 - Localização de cinco áreas amostrais, distanciadas por 100 m entre si, ao longo de uma transecção da costa ao interior da Ilha do Arvoredo.	29
Figura 3 - Espécimes das três espécies de escarabeíneos registradas: a) <i>Canthon rutilans cyanescens</i> , b) <i>Deltochilum morbillosum</i> e c) <i>Dichotomius sericeus</i> . A barra lateral de tamanho mede 0,5 cm. Fotos de M. Niero.	32
Figura 4 - Curva de acumulação de diversidade (riqueza, $q=0$) de escarabeíneos na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil	33
Figura 5 - Curva de acumulação de diversidade (Shannon, $q=1$) de escarabeíneos na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil	33
Figura 6 - Registro de espécies de mamíferos na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil: a) <i>Didelphis aurita</i> , b) <i>Canis lupus familiaris</i> e c) <i>Nasua nasua</i>	35
Figura 7 - Temperaturas registradas na área de amostragem na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil, durante os meses de coleta.....	36
Figura 8 - Registros das cinco áreas de coletas na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil: a) Área 1; b) Área 2; c) Área 3; d) Área 4; e) Área 5.	38
Figura 9 - Dados de abundância de escarabeíneos e a ocorrência de mamíferos por área de coleta (Áreas 1, 2, 3, 4 e 5) na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escarabeíneos registrados durante o verão de 2018 (F: fevereiro, M: março; A: abril) em cinco áreas de amostragem na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil.	32
Tabela 2 - Mamíferos terrestres registrados de fevereiro a junho de 2018 em cinco áreas de amostragem na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil.	34
Tabela 3 - Componentes de estrutura da vegetação levantados durante o verão de 2018 em cinco áreas de amostragem na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil.	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	OBJETIVOS	25
1.1.1	Objetivo geral	25
1.1.2	Objetivos específicos	25
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
2.1	ÁREA DE ESTUDO.....	27
2.2	COLETA DE ESCARABEÍNEOS	29
2.3	REGISTRO DE MAMÍFEROS	30
2.4	DESCRIÇÃO DO HABITAT	30
2.5	ANÁLISE DE DADOS.....	31
3	RESULTADOS.....	31
4	DISCUSSÃO.....	40
	REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

Os besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeinae) compreendem cerca de 6.200 espécies descritas (Tarasov & Génier, 2015), apresentando alta diversidade em florestas tropicais e savanas (Hanski & Cambefort, 1991). Estes besouros são um dos principais grupos a utilizarem fezes de mamíferos como recurso alimentar e são historicamente um dos grupos de besouros mais reconhecidos e melhor pesquisados (Tarasov & Dimitrov, 2016).

Os escarabeíneos, conhecidos como rola-bostas, são besouros copronecrófagos e usam fezes de mamíferos e carcaça de animais como recurso primário para alimentação e nidificação (Halffter & Matthews, 1966). O hábito destes besouros de manipular, relocar e consumir a matéria orgânica, seja enterrando-a ou formando bolas, está associado a funções ecossistêmicas de ciclagem de nutrientes, supressão de parasitas, bioturbação e dispersão secundária de sementes (Nichols et al., 2008).

A história evolutiva dos escarabeíneos foi marcada pela sua especialização ecológica para fezes de vertebrados, um recurso explorado tanto para alimentação como para nidificação (Halffter & Edmonds, 1982). As fezes de mamíferos ocorrem em manchas que são determinadas pela distribuição dos mamíferos que as produzem (Scholtz, 2009), caracterizadas por serem recursos efêmeros que podem rapidamente ser removidos ou desidratados. Assim, as assembleias de besouros rola-bosta são afetadas pela composição e abundância de mamíferos, sendo a riqueza de mamíferos e escarabeíneos positivamente correlacionada (Bogoni et al. 2016).

A diversidade de besouros escarabeíneos está fortemente associada ao habitat e à heterogeneidade nas escalas da paisagem como a cobertura das árvores e o tipo de solo (Arellano & Halffter, 2003). A riqueza e abundância dos escarabeíneos respondem às variações ambientais, de acordo com a composição das assembleias (Silva & Hernández, 2016). Além disso, a competição inter e intra-específica relacionada à variabilidade de recursos pode influenciar na escala local (Doubé, 1990).

A distância espacial é um determinante importante para a formação das assembleias dos escarabeíneos e está relacionada com a capacidade de dispersão das espécies, influenciando a covariação entre os besouros e os mamíferos (Bogoni et al., 2016). Assim, em um ambiente isolado, o padrão de distribuição espacial dos escarabeíneos pode ser alterado por outros mecanismos, tais como o grau de

isolamento da área, a paisagem continental da ilha e o grau de atividades humanas (Silva & Hernández, 2014; Silva & Hernández, 2016).

Historicamente, o nível do mar do Atlântico foi menor e várias ilhas do atual arquipélago de Santa Catarina estavam unidas ao continente até o último período glacial, a cerca de 10 mil anos (Klein et al., 2006). Este evento, provavelmente, permitiu a permanência e distribuição ampla das espécies das áreas do continente nas áreas que atualmente correspondem às ilhas. Posteriormente, com o reaparecimento da barreira geográfica representada pelo mar, pode ter havido migração de espécies entre áreas continentais próximas e as ilhas (Silva & Hernández, 2014).

A Ilha do Arvoredo encontra-se inserida dentro da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (RBMA), uma Unidade de Conservação de Proteção Integral que situa-se a 11 quilômetros da parte insular de Florianópolis e a sete quilômetros do continente. Ela é a maior ilha dentro da RBMA sendo a maior parte dela constituída por Floresta Ombrófila Densa e vegetação de Restinga, além de possuir pequenas áreas de recuperação com e sem a presença de espécies vegetais exóticas (MMA/IBAMAa, 2004). Ainda não existe registro da fauna de escarabeíneos presente na ilha. As espécies de mamíferos terrestres conhecidas no Arvoredo são: o gambá *Didelphis aurita* e o pequeno roedor arborícola *Oligoryzomys cf. nigripes* (MMA/IBAMAb, 2004 com dados de Simões-Lopes & Padovani, 1986), além do quati, *Nasua nasua* (M. Graipel, com. pess.). Assim, a hipótese deste trabalho é de que os besouros escarabeíneos da Ilha do Arvoredo apresentam um padrão de distribuição espacial associado à fauna de mamíferos.

A Reserva Biológica Marinha do Arvoredo é uma unidade de conservação de proteção integral criada em 1990 que tem como objetivo proteger um espaço da costa brasileira que possui grande importância biológica e alta biodiversidade (ICMBio, 2017). Os ambientes terrestres da reserva funcionam como locais de reprodução para aves marinhas e abrigam sítios arqueológicos (MMA/IBAMAa, 2004). Contudo, estudos sobre a fauna da Ilha do Arvoredo ainda são escassos: existem somente alguns trabalhos realizados na Ilha, um sobre a avifauna (Vieira et al., 2015) e dois levantamentos de mamíferos, um realizado em 1986 (Simões-Lopes & Padovani, 1986 em MMA/IBAMAb, 2004) e outro em 2013 (M. Graipel, com. pess.). A realização de um levantamento das espécies de escarabeíneos na Ilha do Arvoredo se constitui como uma ação importante de preenchimento da lacuna de estudos existentes para a fauna terrestre da Unidade de Conservação. Além de sua importância ecológica, este grupo pode ser utilizado como indicador no

monitoramento ambiental, devido à sua estreita relação e dependência dos recursos disponíveis em seus habitats (Gardner *et al.*, 2008).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Observar e descrever o padrão de distribuição espacial da assembleia de besouros Scarabaeinae e sua relação com as fontes de recursos alimentares disponíveis na Ilha do Arvoredo.

1.1.2 Objetivos específicos

- Fazer um levantamento das espécies que compõem a assembleia de escarabeíneos da Ilha do Arvoredo;
- Registrar as espécies de mamíferos da Ilha do Arvoredo que representam a fonte de recurso alimentar para os escarabeíneos;
- Descrever o padrão de distribuição espacial das espécies de escarabeíneos e sua relação com a distribuição da mastofauna na Ilha do Arvoredo e as características do habitat.

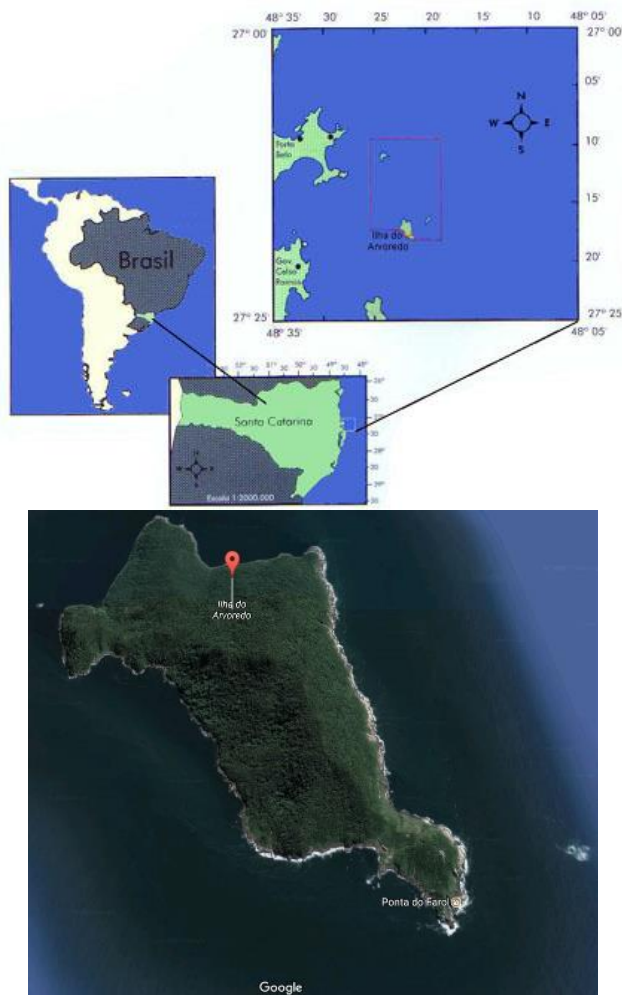
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Ilha do Arvoredo (27°28'S e 48°36'O), a maior ilha da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, possuindo 3.704 m de comprimento no sentido norte-sul e 1.853 m de largura e aproximadamente 300 hectares. Localizada no sul do litoral brasileiro no Oceano Atlântico, a Reserva fica a 11 quilômetros ao norte da Ilha de Santa Catarina e a sete quilômetros a leste da baía de Zimbros em Bombinhas, estado de Santa Catarina (Figura 1).

A ilha possui relevo montanhoso, chegando a 300 metros acima do nível do mar e, segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cfa - Temperado Chuvoso com Verões Quentes (MMA/IBAMAb, 2004). A ilha é quase toda recoberta por Floresta Ombrófila Densa em boas condições de conservação, além da vegetação de Restinga que ocorre na transição entre os costões rochosos e a floresta (Vivacqua, 2005). Em seu plano de manejo, a ilha possui apenas duas pequenas zonas de recuperação com áreas consideravelmente antropizadas.

Figura 1 - Localização da Ilha do Arvoredo no Brasil e na zona costeira do estado de Santa Catarina.



Fonte do mapa: Universidade do Vale do Itajaí (2011).

2.2 COLETA DE ESCARABÉINEOS

As coletas de dados dos escarabeíneos foram realizadas entre os meses de fevereiro e abril de 2018, por meio de armadilhas para captura insetos vivos com iscas de atração (esforço amostral total de 90 armadilhas expostas 48 horas). Foi realizada uma transecção da costa ao interior da ilha ao longo da trilha principal, a partir do "Rancho Norte" ($27^{\circ}16'45.05''\text{S}$, $48^{\circ}22'29.33''\text{W}$) onde foram distribuídas cinco áreas amostrais distanciadas aproximadamente 100 metros entre si (Figura 2). Cada área teve a sua localização registrada por meio de um GPS de mão.

Figura 2 - Localização de cinco áreas amostrais, distanciadas por 100 m entre si, ao longo de uma transecção da costa ao interior da Ilha do Arvoredo.



Fonte: Google Earth (2018).

Cada área recebeu seis armadilhas, distanciadas aproximadamente 10 metros entre si: quatro iscadas com 10 gramas de fezes de cachorro doméstico, obtidas no Biotério Central da UFSC, e duas com carne suína apodrecida. No total foram 30 armadilhas que consistem em potes plásticos com 15 cm de diâmetro por 10 cm de profundidade, preenchidos com terra, serapilheira e a isca, enterrados ao nível do solo e com um terço de abertura na tampa, para que os besouros conseguissem entrar.

A revisão das armadilhas foi realizada depois de 48 horas da exposição e seguida pelo recolhimento e identificação dos indivíduos em campo, com o auxílio de uma caixa entomológica contendo uma

coleção de referência, com espécies amostradas na Ilha de Santa Catarina e na região litorânea próxima da Ilha do Arvoredo. Ao todo foram realizadas três campanhas de coleta de escarabeíneos no início de cada mês (fevereiro, março e abril), sendo que os indivíduos da primeira coleta foram depositados como registro da fauna de escarabeíneos da Ilha do Arvoredo na Coleção Entomológica do Centro de Ciências Biológicas (CCB) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Os demais indivíduos foram identificados em campo e devolvidos ao ambiente.

2.3 REGISTRO DE MAMÍFEROS

As coletas de dados dos mamíferos foram realizadas durante quatro meses consecutivos, de fevereiro a junho de 2018, por meio de armadilhas fotográficas – *cameras trap* – que são ativadas pela detecção de movimento e a partir disso, realizam três fotos seguidas. No total, foram 10 armadilhas fotográficas, sendo duas armadilhas em cada uma das cinco áreas: uma armadilha a 50 cm de altura do chão e outra armadilha a 150 cm do chão, totalizando um esforço amostral de 1250 armadilhas-dia. As armadilhas fotográficas ficaram ativas nas áreas por quatro meses, amarradas a troncos de árvores nas mesmas áreas das armadilhas para escarabeíneos. Para a análise dos dados, foram considerados os registros de ocorrência quando os indivíduos apareciam nas fotos com um intervalo maior do que uma hora, de modo a não superestimar a abundância de mamíferos na ilha. A confirmação das identificações das espécies foi realizada pelo especialista Dr. Maurício Graipel (UFSC).

2.4 DESCRIÇÃO DO HABITAT

Para medir a temperatura na região foram instalados dois dataloggers de temperatura: um no solo e um a 1 m de altura amarrado ao tronco de uma árvore na área amostral três. Os dataloggers ficaram ativos durante os quatro meses de coleta.

Para descrever a estrutura da vegetação em cada área de coleta, em maio de 2018 foram tiradas uma série de medidas através do método do ponto quadrante modificado (Brower *et al.*, 1998). A partir de uma cruz, colocada na posição central das armadilhas para escarabeíneos dentro de cada área, foram traçados quatro quadrantes (nordeste,

noroeste, sudoeste e sudeste). Em cada quadrante identificou-se a primeira espécie de árvore e mediu-se seu diâmetro à altura do peito (DAP) quando este era maior que 5 cm, sua altura e a distância dela até o centro da cruz. Além disso, foi medida a porcentagem de cobertura da copa através de um quadrado vazado de 10 x 10 cm colocado a 40 cm de distância do olho do observador, em uma inclinação de 20° em relação com o zênite. Da mesma forma, obtiveram-se as medidas anteriormente citadas do primeiro arbusto maior do que 1 m de altura e mediu-se por estimativa visual, em um quadrado vazado de 1 x 1 m, a porcentagem de cobertura do solo por serapilheira, cobertura verde e solo nu. O diâmetro dos troncos foi tomado à altura do peito (1,3 m) para árvores e na altura do tornozelo (0,1 m) para arbustos.

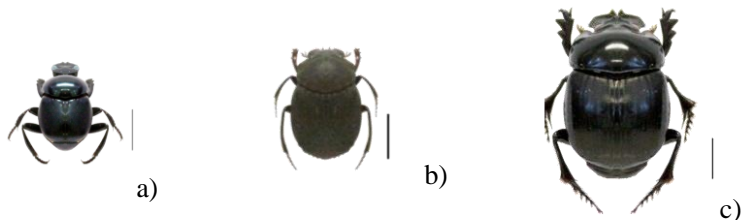
2.5 ANÁLISE DE DADOS

Para a organização dos dados usou-se o programa de planilhas Microsoft Excel e para as análises estatísticas e gráficos usou-se o programa R. Para descrever a assembleia de escarabeíneos da Ilha do Arvoredo foram feitas curvas de acumulação de diversidade no pacote iNEXT, com riqueza ($q=0$) e diversidade de Shannon ($q=1$). Utilizou-se a análise de correlação de Spearman para verificar a existência de relação entre as abundâncias de escarabeíneos por área amostral e a ocorrência de mamíferos, assim como com as medidas da estrutura do habitat.

3 RESULTADOS

Foram registrados 625 escarabeíneos de três espécies: *Canthon rutilans cyanescens* (N=394), *Dichotomius sericeus* (N=230) e *Deltachilum morbillosum* (N=1) (Figura 3). Do número total de besouros registrados, 621 indivíduos foram capturados em armadilhas de fezes e somente quatro indivíduos em armadilhas de carne, sendo todos eles da espécie *Dichotomius sericeus*.

Figura 3 - Espécimes das três espécies de escarabeíneos registradas: a) *Canthon rutilans cyanescens*, b) *Deltochilum morbillosum* e c) *Dichotomius sericeus*. A barra lateral de tamanho mede 0,5 cm. Fotos de M. Niero.



A abundância dos escarabeíneos por mês de coleta e as espécies registradas por área podem ser conferidas na Tabela 1, onde pode se observar que a área 1 foi a de menor abundância de escarabeíneos e a área 5 a maior, sendo as outras intermediárias.

Tabela 1 - Escarabeíneos registrados durante o verão de 2018 (F: fevereiro, M: março; A: abril) em cinco áreas de amostragem na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil.

Espécie	Área 1			Área 2			Área 3			Área 4			Área 5			Total
	F	M	A	F	M	A	F	M	A	F	M	A	F	M	A	
<i>Canthon rutilans cyanescens</i>	1	4	1	20	15	33	26	8	17	31	7	36	124	45	26	394
<i>Dichotomius sericeus</i>	1	11	3	18	13	12	32	7	20	14	7	24	23	29	16	230
<i>Deltochilum morbillosum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Número de indivíduos	21			111			110			120			263			625

A curva de acumulação de diversidade mostra que todas as áreas são semelhantes em termos de riqueza de espécies (Figura 4, mostrando riqueza ou $q=0$) e que houve suficiência amostral, sendo pouco provável que hajam espécies que não foram amostradas. A diversidade também mostrou semelhança entre todas as áreas (Figura 5 mostrando diversidade de Shannon $q=1$), com sobreposição dos intervalos de confiança). O valor próximo a 2 mostra que o número de espécies "típicas" da região é 2 (Figura 5), correspondendo a *Canthon rutilans cyanescens* e *Dichotomius sericeus*.

Figura 4 - Curva de acumulação de diversidade (riqueza, $q=0$) de escarabeíneos na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil

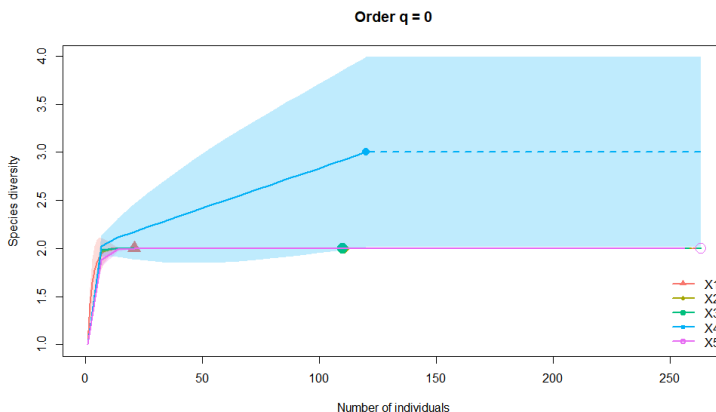
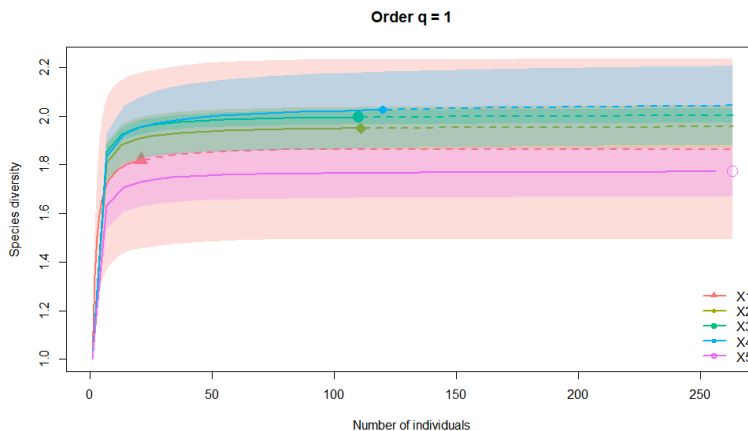


Figura 5 - Curva de acumulação de diversidade (Shannon, $q=1$) de escarabeíneos na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil



Foram registradas 214 ocorrências de mamíferos: 192 de *Didelphis aurita* (gambá), 21 de *Canis lupus familiaris* (cachorro doméstico) e 1 de *Nasua nasua* (quati). Destes, apenas para o cachorro doméstico foi possível fazer identificação individual, mostrando que eram dois indivíduos de porte médio/grande. A ocorrência e as espécies de mamíferos registradas por área podem ser observadas na Tabela 2, estando a distribuição espacial dos mesmos mais concentrada na área 4

(topo de morro) e menos na área 1 (área aberta). Registros das três espécies de mamíferos podem ser observados na Figura 6.

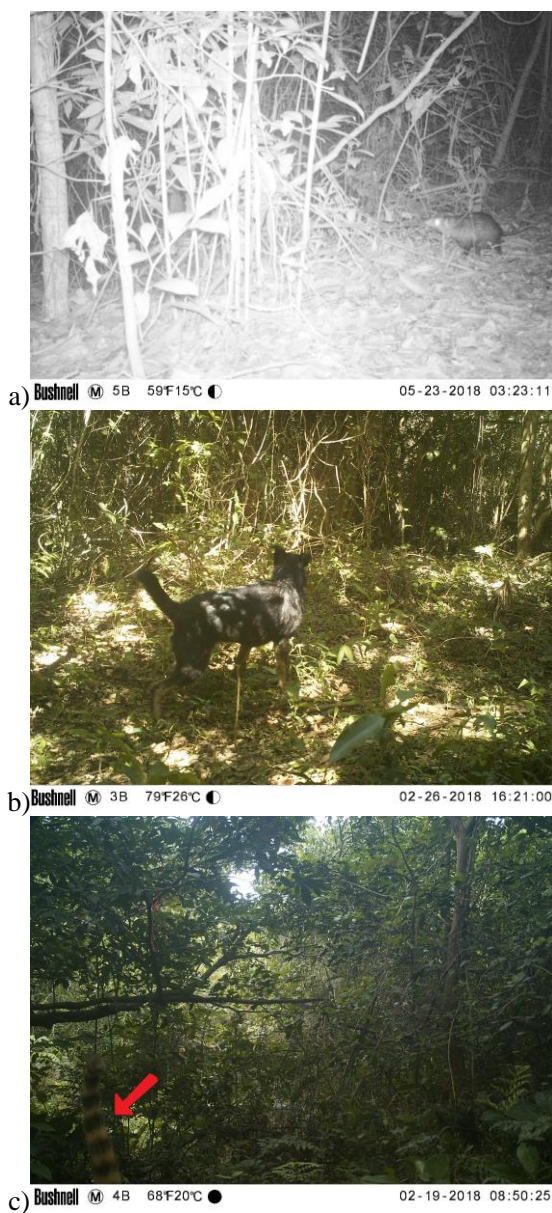
Tabela 2 - Mamíferos terrestres registrados de fevereiro a junho de 2018 em cinco áreas de amostragem na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil.

Espécie	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5	Total
<i>Canis lupus familiaris</i>	2	3	2	8	6	21
<i>Didelphis aurita</i>	6	41	25	75	48	192
<i>Nasua nasua</i>	-	-	-	1	-	1
Número de registros	8	44	27	84	54	214

Das 192 ocorrências de gambás, apenas duas aconteceram durante o dia (às 14:00 h e 17:16 h), ou seja, 190 ocorrências de gambás aconteceram no período noturno. A única ocorrência do quati foi diurna (dia 19/02 às 8:50 h), enquanto as ocorrências dos cachorros domésticos variaram entre ocorrências diurnas (n=14) e crepusculares (n=7), entre 17:30 e 18:30 horas.

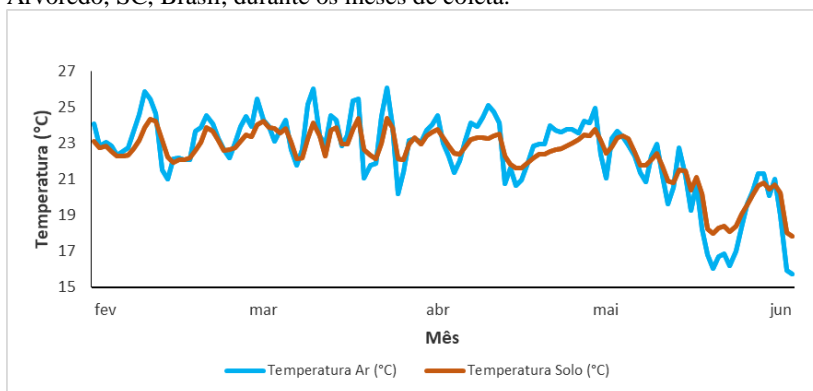
Figura 6 - Registro de espécies de mamíferos na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil:

a) *Didelphis aurita*, b) *Canis lupus familiaris* e c) *Nasua nasua*



As temperaturas foram relativamente constantes durante os meses de coleta dos escarabeíneos (fevereiro, março e abril), com a temperatura do ar entre 20,2°C e 26,1°C e do solo entre 22,1°C e 24,4°C (Figura 7). Observa-se uma relação direta entre as temperaturas do ar e solo, com estas divergindo entre si em valores que não ultrapassaram 2°C. Além disso, a temperatura do solo se manteve mais constante que a temperatura do ar ao longo dos meses. Houve uma tendência de queda da temperatura a partir do mês de maio, com as temperaturas mínimas registradas de 15,7°C para o ar e 17,8°C para o solo.

Figura 7 - Temperaturas registradas na área de amostragem na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil, durante os meses de coleta.



A estrutura da vegetação variou pouco ao longo dos pontos amostrais. A longa distância da primeira árvore, como uma estimativa de densidade de árvores na área, juntamente com a baixa porcentagem de cobertura do dossel e de serapilheira mostram que, comparativamente com as outras áreas, a área 1 se diferencia por ser aberta. As demais áreas caracterizam-se por serem fechadas por vegetação arbórea, com pouca variação entre si (Tabela 3).

Para as áreas fechadas, a distância da primeira árvore foi menor nas áreas 4 e 5, indicando uma densidade de árvores maior nestas áreas. A altura da primeira árvore foi menor para as áreas intermediárias, 3 e 4. Já a área 5 apresentou a menor porcentagem de cobertura do solo nu e de cobertura verde no solo, assim como as menores distâncias até o primeiro arbusto e até a primeira árvore, compreendidas como medidas de densidade, ou seja, caracteriza-se como a área com a vegetação mais densa de todas. Já as medidas de altura do primeiro arbusto e de

porcentagem de cobertura do dossel variaram pouco entre as quatro áreas florestais.

Tabela 3 - Componentes de estrutura da vegetação levantados durante o verão de 2018 em cinco áreas de amostragem na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil.

Características da vegetação	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Área 5
Distância da 1ª Árvore (m)	7,3	2,9	2,4	1,9	1,6
Altura da 1ª Árvore (m)	7,7	7,2	4,2	5,0	7,0
Distância do 1º Arbusto (m)	9,0	1,7	1,2	2,0	0,7
Altura do 1º Arbusto (m)	3,0	3,5	4,2	2,7	3,2
Dossel (%)	2	95	90	80	87
Serapilheira (%)	15	77	80	70	82
Cobertura de Solo Nu (%)	7	15	10	17	2
Cobertura Verde (%)	75	30	42	27	17

Assim, a partir dos dados da localização, da estrutura da vegetação e do histórico de uso, é possível fazer um resumo das cinco áreas de amostragem:

- **Área 1** – 24 m de altitude, área aberta, antropizada, em borda de mata;
- **Área 2** – 43 m de altitude, área fechada, voltada para a direção norte;
- **Área 3** – 51 m de altitude, área fechada de mata, junto a antigo pomar;
- **Área 4** – 61 m de altitude, área fechada de mata no topo de morro;
- **Área 5** – 66 m de altitude, área fechada de mata voltada para o sul.

Registros fotográficos de cada área podem ser observados na Figura 8.

Figura 8 - Registros das cinco áreas de coletas na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil:

a) Área 1; b) Área 2; c) Área 3; d) Área 4; e) Área 5.



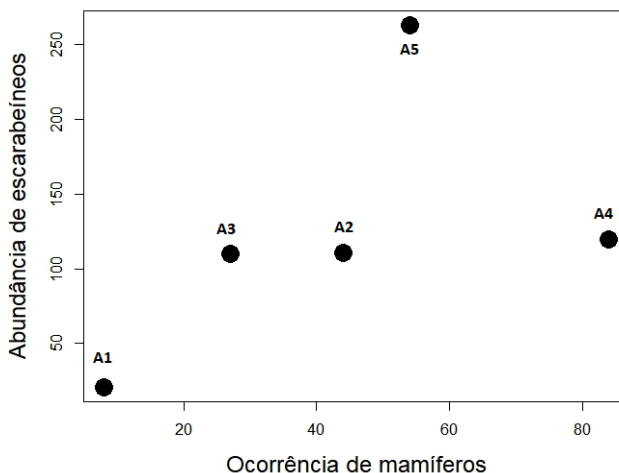
Não houve correlação significativa entre as variáveis ambientais e a abundância e riqueza de escarabeíneos, mas foi possível observar que a área aberta (área 1) apresenta uma baixa quantidade de escarabeíneos ($N=21$ ou 3,4% do total). Para mamíferos, estes resultados se repetem e a área aberta apresenta o menor registro de ocorrências para o grupo dentre as áreas de coleta (7 registros ou 3,3% do total).

Em relação à riqueza, a área 4 foi a área com a maior riqueza, tanto para escarabeíneos como para mamíferos. Ela conta com o único registro da espécie de escarabeíneo *Deltochilum morbillosum* e a única ocorrência do mamífero *Nasua nasua*.

A abundância de escarabeíneos se mostrou marginalmente correlacionada com a ocorrência de mamíferos por área ($r_s=0,9$; $p=0,08$), já que os resultados de abundância e ocorrência dos respectivos grupos mantêm valores de grandeza semelhantes ao longo das áreas 1, 2 e 3, divergindo apenas na área de maior abundância de escarabeíneos (área 5) e a área de maior ocorrência de mamíferos (área 4) (Figura 9).

A partir dos resultados obtidos, nota-se que, excluindo a área de borda de mata (área 1), tanto os besouros como os mamíferos encontram-se espacialmente distribuídos por toda a ilha.

Figura 9 - Dados de abundância de escarabeíneos e a ocorrência de mamíferos por área de coleta (Áreas 1, 2, 3, 4 e 5) na Ilha do Arvoredo, SC, Brasil.



4 DISCUSSÃO

A composição de espécies de escarabeíneos encontrada está de acordo com os resultados esperados para tal cenário. Com base nas coletas realizadas por Silva & Hernández (2014) em áreas próximas à Ilha do Arvoredo, nos municípios de Governador Celso Ramos e Porto Belo (na região continental) e na Ilha de Santa Catarina, existem sete espécies em comum que ocorrem em todas essas áreas, sendo que três delas, *Canthon rutilans cyanescens*, *Deltochilum morbillosum*, *Dichotomius sericeus*, ocorrem também na Ilha do Arvoredo. Assim, percebe-se que as espécies encontradas na Ilha do Arvoredo são um subconjunto das espécies que ocorrem tanto no continente como na Ilha de Santa Catarina.

As espécies encontradas podem ter chegado por dispersão, uma vez que a Ilha do Arvoredo é uma ilha costeira, separada do continente por cerca de 7 km e de outras ilhas do arquipélago de Santa Catarina, como Florianópolis por apenas 11 km, o que caracteriza um baixo grau de isolamento. Além disso, existem evidências de que os escarabeíneos caracterizam-se por ser um grupo de excelentes dispersores. Há exemplos de gêneros como *Copris*, *Sisyphus* e *Onthophagus* que tiveram a sua origem na África, mas que rapidamente se dispersaram ao longo de longas distâncias e atualmente se encontram amplamente distribuídos nos continentes (Scholtz, 2009). Também, o próprio Charles Darwin registrou em ‘*The voyage of the Beagle*’ (1839) que encontrou um ‘*Scarabaeus*’ vivo flutuando no mar a cerca de 40 km de distância da foz do Rio da Prata, na América do Sul (*apud* Scholtz, 2009).

Outra opção, não excludente, que pode explicar a ocorrência dos escarabeíneos na Ilha do Arvoredo é de que estas espécies tenham permanecido no local desde o Último Máximo Glacial, cerca de 20.000 anos atrás, quando o nível do mar diminuiu em cerca de 120 m (Corrêa, 1996). Neste período, as atuais ilhas do arquipélago de Santa Catarina estavam conectadas com a porção continental do estado, ou seja, não havia a barreira geográfica do mar influenciando a distribuição destes escarabeíneos. Com o aumento do nível do mar, durante o Holoceno Médio (Angulo & Lessa, 1997), as populações de escarabeíneos teriam ficado isoladas e, assim, as espécies encontradas atualmente na Ilha do Arvoredo, podem ser consideradas espécies remanescentes deste isolamento.

O esforço amostral de coleta em cinco áreas diferentes, com iscas de carne e fezes em três campanhas ao longo dos meses mais quentes do

ano foi suficiente para coletar as espécies de besouros rola-bosta existentes na ilha, o que se evidencia pela Curva de Acumulação de Diversidade ($q=0$), mostrando suficiência amostral. O resultado obtido para a Diversidade de Shannon demonstra a existência de 2 espécies típicas na região, correspondente a *C. rutilans cyanescens* e *D. sericeus*. Ambas espécies possuem hábitos alimentares generalistas e são as mais abundantes nas coletas de escarabeíneos em áreas de Mata Atlântica (Silva & Hernández, 2014).

Das espécies de escarabeíneos levantadas, *C. rutilans cyanescens* e *D. morbillosum* pertencem a tribo Canthonini, enquanto *D. sericeus* pertence a tribo Dichotomini. Estas espécies enquadram-se em diferentes grupos funcionais e apresentam diferentes horários de atividade. As espécies da tribo Canthonini são roladoras, enquanto que a espécie da tribo Dichotomini é tuneleira. Em relação ao horário de atividade, *C. rutilans cyanescens* é considerada uma espécie diurna, enquanto *D. morbillosum* e *D. sericeus* são consideradas espécies noturnas.

Em relação aos mamíferos terrestres, todas as espécies registradas são onívoras de pequeno a médio porte, produzindo, portanto, um tipo de recurso alimentar para os escarabeíneos que consiste em fezes úmidas, odoríferas e de tamanho pequeno. Das três espécies de mamíferos registradas, apenas uma delas (*Didelphis aurita*) havia sido levantada no plano de manejo da REBio (MMA/IBAMAb, 2004). A atividade dos gambás (*D. aurita*) se concentrou no período noturno, o que está de acordo com o hábito de vida da espécie (Ferreira & Vieira, 2014). A espécie *Nasua nasua* só passou a ter ocorrência registrada na Ilha do Arvoredo a partir do último levantamento de mamíferos realizado na ilha em 2007 e 2008 (M. Graipel, com. pess.), o que pode ser uma evidência de que esta espécie tenha colonizado a ilha recentemente e ainda mantenha baixas populações ao longo da ilha, o que se reforça pelo baixo número de ocorrências (somente uma) obtidas para esta espécie.

O registro inédito de *Canis lupus familiaris* em uma Unidade de Conservação de proteção integral torna-se preocupante, uma vez que existe uma série de trabalhos reportando a atuação desta espécie como exótica, perturbando e modificando de forma negativa os ecossistemas nativos de diversas maneiras (Rangel & Neiva 2013; Vilela & Lamim-Guedes, 2014) e que quando introduzidos em novas áreas geográficas, principalmente onde não existiam canídeos, como em ilhas, cães desempenham um papel significativo na extinção da fauna local (Veitch 2002 *apud* Rangel & Neiva, 2013). Assim, a hipótese de colonização

recente e baixa população de quatis na Ilha do Arvoredo poderia ser explicada pela presença dos cães errantes na Unidade de Conservação, uma vez que, dos mamíferos terrestres registrados na ilha, os cães domésticos e os quatis compartilham horário de atividade. Além disso, existem trabalhos que comprovam a forte predação de quatis por parte de cães errantes (Campos, 2004).

A correlação marginalmente significativa para a abundância de escarabeíneos e a ocorrência de mamíferos é explicada pelo papel da composição e da abundância de mamíferos na estruturação das assembleias de besouros rola-bosta (Bogoni *et al.* 2016). A baixa riqueza encontrada para escarabeíneos na Ilha do Arvoredo também poderia ter como base a relação histórica de proximidade ecológica com os mamíferos, que representam as fontes de recursos existentes para estes besouros na ilha, uma vez que a riqueza de mamíferos tem papel fundamental na estruturação de comunidades existentes de escarabeíneos (Nichols *et al.*, 2009; Bogoni *et al.*, 2016) sendo que na Ilha do Arvoredo há uma baixa riqueza de mamíferos.

A heterogeneidade ambiental em pequenas escalas é um fator importante e potencialmente responsável pela alta diversidade beta, em termos de riqueza e abundância de escarabeíneos, ao longo de sítios de amostragem na Ilha de Santa Catarina e no continente (Silva & Hernández, 2014). A ausência de correlação entre as variáveis ambientais e a abundância e riqueza dos escarabeíneos na Ilha do Arvoredo pode ser atribuída à baixa variação dos componentes ambientais nas áreas amostradas, fazendo com que o fator que mais contribuísse para a estruturação da assembleia destes besouros fosse a variação da ocorrência dos mamíferos, fontes diretas de recurso, ao longo das cinco áreas. As fezes de mamíferos ocorrem em manchas que são determinadas pela distribuição dos mamíferos que as produzem, caracterizadas por serem recursos efêmeros que podem rapidamente ser removidos ou desidratados (Scholtz, 2009).

A baixa riqueza encontrada para os mamíferos na ilha, por sua vez, está em consonância com baixos valores de espécies-área encontrados para ilhas costeiras quando comparadas com as ilhas oceânicas (Lawlor, 1986) e se dá através um cenário de consideráveis extinções de populações relictas nas ilhas costeiras. Outro fator que pode ter relação com a baixa riqueza de mamíferos na ilha é o fato de que a Ilha do Arvoredo é uma ilha costeira pequena, com aproximadamente 3 km². Tal classificação abre precedentes para que esta possa estar sujeita ao que Lomolino & Weiser (2001) chamam de *Small Island Effect* (SIE) ou efeito de ilhas pequenas, onde o número de

espécies não aumenta com o aumento da área. Como a riqueza de mamíferos não apresentou relação significativa com as variáveis ambientais amostradas, existe a possibilidade de a Ilha do Arvoredo se encaixar no padrão clássico de efeito de ilha pequena (SIE) apresentado por Triantis *et al.* (2006), onde além de não haver relação entre o número de espécies e a área, nestes casos, a relação entre a área e o número de habitats também é estatisticamente insignificante ou muito fraca. Contudo, mais estudos são necessários para verificar se a Ilha do Arvoredo se encaixa dentro do alcance do efeito de ilha pequenas (SIE).

Na Ilha do Arvoredo, tanto os escarabeíneos como os mamíferos encontram-se amplamente distribuídos ao longo das áreas amostradas. Esta distribuição pode ser atribuída a um relaxamento ecológico da principal espécie de mamífero da Ilha do Arvoredo, *D. aurita*, que pode estar sob baixa pressão de competição por espaço e por recursos, fazendo com estes mamíferos apresentem-se ocupando todos os habitats disponíveis na ilha.

CONCLUSÃO

Este trabalho realizou o levantamento inédito das espécies de besouros escarabeíneos na Ilha do Arvoredo. A partir disto, foi registrada a existência de três espécies de escarabeíneos generalistas e bastante abundantes em áreas de Mata Atlântica no litoral de Santa Catarina. Esta pesquisa ainda registrou três espécies de mamíferos terrestres, das quais, uma delas, *Canis lupus familiaris*, é uma espécie exótica que não possuía registro na Unidade de Conservação. Ambos os táxons, escarabeíneos e mamíferos, se encontram amplamente distribuídos nas áreas da ilha amostradas.

Entendendo a necessidade de se conhecer a diversidade biológica que se busca proteger por meio da criação de uma Unidade de Conservação, este trabalho vem contribuir com informações ecológicas para a Reserva Biológica Marinha do Arvoredo a partir do levantamento de espécies de escarabeíneos e da mastofauna presentes na Ilha do Arvoredo e da relação existente entre estes, assim como da relação com o habitat.

REFERÊNCIAS

Angulo, R. J.; Lessa, G.C. The Brazilian sea-level curves: a critical review with emphasis on the curves from the Paranaguá and Cananéia regions. **Marine Geology**, [s.l.], v. 140, n. 1-2, p.141-166, jul. 1997. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0025-3227\(97\)00015-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0025-3227(97)00015-7).

Arellano, L. & Halffter, G. 2003. Gamma diversity: derived from and a determinant of alpha diversity and beta diversity. An analysis of three tropical landscapes. **Acta Zoologica Mexicana**, v. 90, p. 27-76.

Bogoni, J. A.; Graipel, M. E.; Castilho, P. V.; Fantacini, F. M.; Kuhnen, V. V.; Luiz, M. R.; Maccarini, T. B.; Marcon, C. B.; Teixeira, C. S. P.; Tortato, M. A.; Vaz-de-Mello, F. Z.; Hernández, M. I. M. Contributions of the mammal community, habitat structure, and spatial distance to dung beetle community structure. **Biodiversity And Conservation**, v. 25, n. 9, p. 1661-1675, 3 jun. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-016-1147-1>.

Brower, J. E.; Zar, J. H.; Von Ende, C. N. **Field and Laboratory Methods for General Ecology**. 4. ed. Boston: Mcgraw-Hill Education, 1998. 288 p.

Campos, C. B. Impacto de cães (*Canis familiaris*) e gatos (*Felis catus*) errantes sobre a fauna silvestre em ambiente peri-urbano. Dissertação de Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas. UNESP, Piracicaba, 2004. 55 p.

Corrêa, I.C.S., Les variations du niveau de la mer durant les derniers 17.500 ans BP: l'exemple de la plate-forme continentale du Rio Grande do Sul-Brésil. **Marine Geology**, [s.l.], v. 130, n. 1-2, p.163-178, fev. 1996. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0025-3227\(95\)00126-3](http://dx.doi.org/10.1016/0025-3227(95)00126-3).

Doube, B. M. 1990. A functional classification for analysis of the structure of dung beetle assemblages. – **Ecological Entomology**, v. 15, n. 4, p. 371-383, nov. 1990. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2311.1990.tb00820.x>.

Ferreira, M. S. & Vieira, M. V. Activity pattern of the neotropical marsupial *Didelphis aurita* in south-eastern Brazilian Atlantic Forest.

Journal of Tropical Ecology, [s.l.], v. 30, n. 02, p.169-172, 6 fev. 2014. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0266467413000886>.

Gardner, T. A.; Barlow, J.; Araujo, I. S.; Vila-Pires, T. C. A.; Bonaldo, A. B.; Costa, J. E.; Esposito, M. C.; Ferreira, L. V.; Hawes, J. Hernandez, M. I. M.; Hoogmoed, M. S.; Leite, R. N.; Lo-Man-Hung, N. F.; Malcolm, J. R.; Martins, M. B.; Mestre, L. A. M.; Miranda-Santos, R.; Overal, W. L.; Parry, L.; Peters, S. L.; Ribeiro-Junior, M. A.; Silva, M. N. F.; Motta, C. S.; Peres, C. A. The cost-effectiveness of biodiversity surveys in tropical forests. **Ecology Letters**, [s.l.], v. 11, n. 2, p.139-150, 21 nov. 2007. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01133.x>.

Halffter, G. & Edmonds, W.D. **The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): an ecological and evolutive approach**. Instituto de Ecología, México, D. F., 1982.

Halffter, G. & Matthews, E. G. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). **Folia Entomologica Mexicana**, v. 12, n. 14, p. 1–312.

Hanski, I. & Cambefort, Y. **Dung Beetle Ecology**. Princeton University Press, Princeton, 520 p, 1991.

ICMBio (Brasil). Ministério do Meio Ambiente. **Reserva Biológica Marinha Do Arvoredo**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/rebioarvoredo/>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

Klein, A.H.F., Menezes, J.T., Diehl, F.L., Abreu, J.G.N., Polette, M., Sperb, R.M., Sperb, R. C., 2006. **Erosão e progradação do litoral brasileiro – Santa Catarina**. In: Muehe, D. (Ed.), **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 401–436.

Lawlor, T. E. Comparative biogeography of mammals on islands. **Biological Journal of The Linnean Society**, [s.l.], v. 28, n. 1-2, p.99-125, maio 1986. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8312.1986.tb01751.x>.

Lomolino, M. V. & Weiser, M. D. Towards a more general species-area relationship: diversity on all islands, great and small. **Journal of Biogeography**, [s.l.], v. 28, n. 4, p.431-445, 21 dez. 2001. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00550.x>.

MMA/IBAMAa, **Plano de Manejo da Reserva Marinha Biológica do Arvoredo – Encarte 4**. 2004. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/trabalhos_tecnicos/plano_manejo_arvoredo_encarte_4_parte_1.pdf>. Acesso em 10 de setembro de 2017.

MMA/IBAMAb, **Plano de Manejo da Reserva Marinha Biológica do Arvoredo – Encarte 1**. 2004. Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/plano-de-manejo-da-rebio-marinha-do-arvoredo--encarte-1.pdf>>. Acesso em 6 de outubro de 2017.

Nichols, E.; Spector, S.; Louzada, J.; Larsen, T.; Amezcua, S.; Favila, M. E. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological Conservation**, v. 141, n. 6, p.1461-1474, jun. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.011>.

Nichols, E.; Gardner, T. A.; Peres, C. A.; Spector, S. Co-declining mammals and dung beetles: an impending ecological cascade. **Oikos**, [s.l.], v. 118, n. 4, p.481-487, abr. 2009. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0706.2008.17268.x>.

Rangel, C. H. & Neiva, C. H. M B. Predação de Vertebrados por Cães *Canis lupus familiaris* (Mammalia: Carnivora) no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, 3(2): 261-269, 2013. ISSN: 2236-2886 (Online).

Scholtz, C. H. Food and feeding in dung beetles. In: Scholtz, C. H.; Davis, A. L. V.; Kruger, U. **Evolutionary biology of dung beetles**. Bulgaria: Pensoft. Cap. 6. p. 121-146, 2009.

Silva, P. G. & Hernández, M. I. M. Local and regional effects on community structure of dung beetles in a mainland-island scenario. **PLoS ONE**, v. 9, n.10, 2014: e111883. doi:10.1371/journal.pone.0111883.

Silva, P. G. & Hernández, M. I. M. Spatial variation of dung beetle assemblages associated with forest structure in remnants of southern Brazilian Atlantic Forest. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 60, n. 1, p.73-81, jan. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbe.2015.11.001>.

Tarasov, S. & Génier, F. Innovative Bayesian and Parsimony Phylogeny of Dung Beetles (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) Enhanced by Ontology-Based Partitioning of Morphological Characters. **PLoS One**, 2015, 10(3): doi:10.1371/journal.pone.0116671.

Tarasov, S. & Dimitrov, D. Multigene phylogenetic analysis redefines dung beetles relationships and classification (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **BMC Evolutionary Biology**, 2016, 16: 257. 19 pp. DOI 10.1186/s12862-016-0822-x

Triantis, K. A.; Vardinoyannis1, K.; Tsolaki, E. P.; Botsaris, I.; Lika, K.; Mylonas, M. Re-approaching the small island effect. **Journal of Biogeography**, [s.l.], v. 33, n. 5, p.914-923, maio 2006. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01464.x>.

Universidade do Vale do Itajaí (2011) - **Hostim, M. & Barreiros, J. P., UNIVALI**. Disponível em: <http://www.horta.uac.pt/Projectos/MSubmerso/old/199907/artigo.htm>. Acesso em 01 de outubro de 2017. Acesso em 01 de outubro de 2017.

Vieira, B. P.; Dias, D.; Rocha, H. J. F.; Serafini, P. P. Birds of the Arvoredo Marine Biological Reserve, southern Brazil. **Check List**, v. 11, n. 1, p.1532-1540, 5 jan. 2015. Check List Journal. <http://dx.doi.org/10.15560/11.1.1532>.

Vilela, A. L. O. & Lamim-Guedes, V. Cães domésticos em unidades de conservação: impactos e controle. **HOLOS Environment**, v.14, n. 2, p. 198-210, 2014. ISSN: 1519-8634 (Online)

Vivacqua, M., 2005. **Conflitos socioambientais no litoral de Santa Catarina: o caso da Reserva Biológica Marinha Do Arvoredo**. Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.